

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

Rec'd PCT/JP 03 FEB 2005

(43) 国際公開日
2004 年 2 月 12 日 (12.02.2004)

PCT

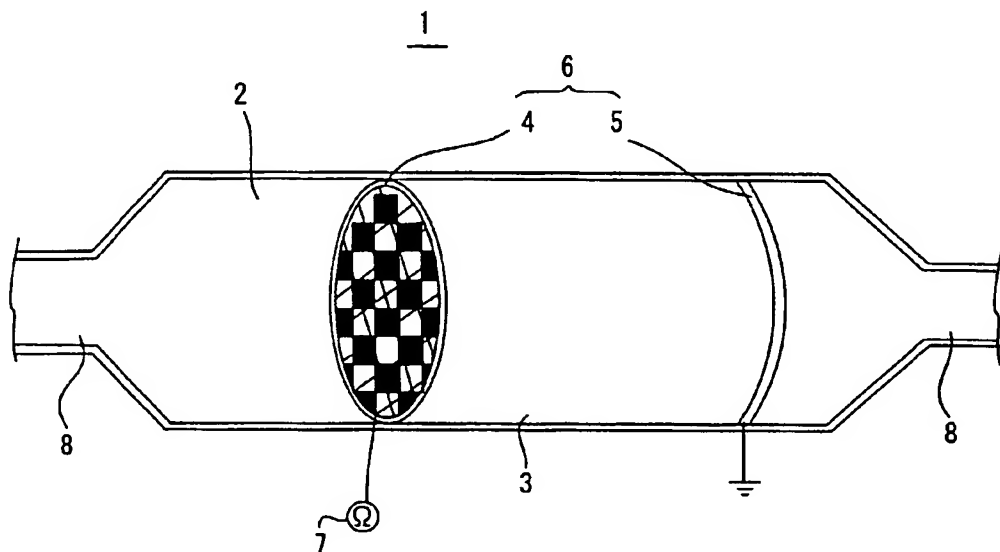
(10) 国際公開番号
WO 2004/013469 A1

- (51) 国際特許分類⁷: F01N 3/02 467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町 2 番 5 6 号 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009607
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 29 日 (29.07.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-227920 2002 年 8 月 5 日 (05.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
大久保 雅章 (OKUBO, Masaaki) [JP/JP]; 〒591-8023 大阪府 堺市 中百舌鳥町 4 丁目 6 1 4 番地の 2 リーベストなかもず 6 0 3 号 Osaka (JP). 山本 俊昭 (YAMAMOTO, Toshiaki) [JP/JP]; 〒599-8233 大阪府 堺市 大野芝町 2 3 番地 府大宅舎 4-1 0 6 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三輪 真一 (MIWA, Shinich) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST GAS TREATING APPARATUS

(54) 発明の名称: 排気ガス処理装置



(57) Abstract: An exhaust gas treating apparatus comprising a case body (2) connected to an exhaust system (8), a honeycomb filter (3) arranged within the case body (2) and having a plurality of cells defined by partitions, and plasma-generating electrodes (6) oppositely arranged in such a way that the honeycomb filter (3) is interposed therebetween; characterized in that particulate substances in an exhaust gas are collected by the honeycomb filter (3), nitrogen monoxide contained in the exhaust gas is oxidized into nitrogen dioxide by a non-thermal plasma generated between a pulse electrode (4) and an earth electrode (5), which constitute the plasma-generating electrodes (6), and using the thus-obtained nitrogen dioxide, combustible substances among the particulate substances which have been collected and deposited on the surfaces of partitions is oxidized and removed, thereby regenerating the honeycomb filter (3).

(57) 要約: 本発明は、排気系 8 に接続されたケース体 2 と、ケース体 2 の内部に配設された、隔壁によって区画された複数のセルを有するハニカムフィルタ 3 と、ハニカムフィルタ 3 を互いに

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/013469 A1



(74) 代理人: 渡邊 一平 (WATANABE, Kazuhira); 〒111-0053 東京都台東区浅草橋3丁目20番18号第8菊星タワービル3階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

挟むように対向配置されたプラズマ発生電極6とを備え、排気ガス中に含まれる粒子状物質をハニカムフィルタ3によって捕集するとともに、プラズマ発生電極6を構成するパルス電極4とアース電極5との間に発生させたノンサーマルプラズマによって、排気ガスに含まれる一酸化窒素を二酸化窒素に酸化し、得られた二酸化窒素によって隔壁の表面に捕集されて堆積した粒子状物質のうちの可燃性物質を酸化除去して、ハニカムフィルタ3を再生することが可能なことを特徴とするものである。

明 細 書

排気ガス処理装置

技術分野

本発明は、排気ガス処理装置に関する。さらに詳しくは、排気ガスに含まれる粒子状物質をハニカムフィルタにて高精度に捕集し、捕集した粒子状物質のうちの可燃性物質を簡便かつ低エネルギーで酸化除去して、ハニカムフィルタを再生することが可能であるとともに、従来のノンサーマルプラズマを用いた排気ガス処理装置と比較して小型化が可能な排気ガス処理装置に関する。

背景技術

内燃機関等の熱機関又はボイラー等の燃焼装置で発生した燃焼ガスを、排気系を経由して排出する際における排気ガスの規制強化に伴い、燃料の組成を改善する等のエンジン側の改良がなされる一方で、上記内燃機関等から排出される排気ガスを、フィルタ等を備えた排気ガス処理装置を用いて浄化することが行われている。特に、自動車のディーゼルエンジンにおいては、排気ガス中に含まれるスート等の粒子状物質を捕集、除去するために、多孔質のハニカムフィルタを備えた排気ガス処理装置が使用されている。

前述したハニカムフィルタは、図1 9に示すように、隔壁8 1によって区画された排気ガスのフィルタ流路となる複数のセル8 2を有し、このセル8 2の排気ガス流入側端面8 3及び排気ガス流出側端面8 4で互い違いに目封じしたハニカム構造を備え、排気ガスを、排気ガス流入側端面8 3に開口するセル8 2からハニカムフィルタ8 0内に流入し、強制的にハニカムフィルタ8 0内の隔壁8 1を通過させることにより、排気ガス中の粒子状物質を捕集、除去するものである。

このようなハニカムフィルタ8 0の隔壁8 1の表面に粒子状物質が大量に堆積すると、ハニカムフィルタ8 0の圧力損失が大きくなり、エンジン側の排気系に背圧が掛かることにより、エンジンの性能を低下させることがある。このため、定期的に隔壁8 1の表面に堆積した粒子状物質を除去して上記ハニカムフィルタ8 0を再生しなければならない。

ハニカムフィルタ 80 を再生する方法としては、例えば、電気ヒータやアフターバーナ等を用いて粒子状物質を燃焼して除去する方法を挙げることができるが、この場合、ハニカムフィルタを 600℃ 以上に加熱しなければならないために、急激な温度変化や局所的な発熱にさらされてハニカムフィルタ 80 の内部に不均一な温度分布が生じやすく、それが原因でハニカムフィルタ 80 が破損することがあった。

このために、排気ガス処理装置に流入する排気ガスに含まれる NO を、ハニカムフィルタ 80 に流入するより前に、酸化力の高い NO₂ に酸化し、得られた NO₂ を用いてハニカムフィルタ 80 の隔壁 81 の表面に堆積した粒子状物質の可燃性物質、例えば、スート等を酸化除去する排気ガス処理装置が提案されている。

具体的には、ハニカムフィルタ 80 の排気ガス流入側端面 83 より前方に酸化触媒を配設し、ディーゼルエンジン等の排気ガスに含まれる NO を、上記酸化触媒にて NO₂ に酸化し、得られた NO₂ を用いてハニカムフィルタ 80 を再生することが可能な排気ガス処理装置や、ハニカムフィルタ 80 の排気ガス流入側端面 83 より前方に、前述した酸化触媒の代わりとしてプラズマ発生装置を設置した構成の排気ガス処理装置を挙げることができる。

しかしながら、ハニカムフィルタ 80 の排気ガス流入側端面 83 より前方に酸化触媒が設置された排気ガス処理装置は、酸化触媒の活性化温度が 400～500℃ と高温であるために、例えば、ディーゼルエンジンが低速、低負荷状態での運転の際には、排気系の温度が低く酸化触媒が活性化されず、ハニカムフィルタ 80 を再生することができないという問題があった。また、上述したようなディーゼルエンジンの低速、低負荷状態での運転が長時間続きハニカムフィルタの隔壁の表面に大量に粒子状物質が堆積した場合、酸化触媒が活性化する温度に達した際に、堆積した粒子状物質が一度に酸化燃焼し、排気ガス処理装置内が急激に高温となるために、内部のハニカムフィルタが熱応力により破損するという問題があった。

また、ハニカムフィルタ 80 の排気ガス流入側端面 83 より前方にプラズマ発生装置を設置した排気ガス処理装置は、上記プラズマ発生装置にてノンサーマル

プラズマを発生させることによって、300℃以下の低温で、排気ガス中に含まれるNOをNO₂に酸化することができるが、排気ガス処理装置自体が大型になりすぎ、自動車等への設置に制約を生ずるという問題があった。

また、ハニカムフィルタを再生する際には、ノンサーマルプラズマにより酸化させられたNO₂を含む排気ガスが励起状態であると、効果的に粒子状物質を酸化除去することができるが、上述した排気ガス処理装置においては、ノンサーマルプラズマとハニカムフィルタとの距離が離れているために、励起状態が低下してハニカムフィルタの再生効率が悪くなるという問題があった。

発明の開示

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、ハニカムフィルタの隔壁の表面に堆積したスートを、簡便かつ低エネルギーで除去することが可能な排気ガス処理装置を提供することを目的とする。

上述の目的を達成するため、本発明は、以下の排気ガス処理装置を提供するものである。

[1] 燃焼ガスの排気系中に設置されて、排気ガスに含まれる粒子状物質を捕集、除去するために用いられる排気ガス処理装置であって、前記排気系に接続された、前記排気ガスのメイン流路となるケース体と、前記ケース体の内部に前記メイン流路を遮断するように配設された、前記排気ガスのフィルタ流路となる隔壁によって区画された複数のセルを有し、前記排気ガスに含まれる前記粒子状物質を捕集するハニカムフィルタと、前記ハニカムフィルタを互いに挟むように対向配置されたパルス電極及びアース電極から構成され、前記パルス電極と前記アース電極との間にノンサーマルプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極とを備え、前記ケース体に流入した前記排気ガス中に含まれる粒子状物質を、前記ハニカムフィルタによって捕集するとともに、前記プラズマ発生電極を構成する前記パルス電極と前記アース電極との間に発生させたノンサーマルプラズマによって、前記排気ガスに含まれる一酸化窒素を二酸化窒素に酸化し、得られた前記二酸化窒素によって前記隔壁の表面に捕集されて堆積した前記粒子状物質のうちの可燃性物質を酸化除去して、前記ハニカムフィルタを再生することが可

能なことを特徴とする排気ガス処理装置（以下、「第一の発明」ということがある）。

〔2〕 燃焼ガスの排気系中に設置されて、排気ガスに含まれる粒子状物質を捕集、除去するために用いられる排気ガス処理装置であって、前記排気系に接続された、前記排気ガスのメイン流路となるケース体と、前記ケース体の内部に前記メイン流路を遮断するように配設された、前記排気ガスのフィルタ流路となる隔壁によって区画された複数のセルを有し、前記排気ガスに含まれる前記粒子状物質を捕集するハニカムフィルタと、少なくとも一方が前記ハニカムフィルタと接するように配設されたパルス電極及びアース電極から構成され、前記パルス電極と前記アース電極との間にノンサーマルプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極とを備え、前記ケース体に流入した前記排気ガス中に含まれる粒子状物質を、前記ハニカムフィルタによって捕集するとともに、前記プラズマ発生電極を構成する前記パルス電極と前記アース電極との間に発生させたノンサーマルプラズマによって、前記排気ガスに含まれる一酸化窒素を二酸化窒素に酸化し、得られた前記二酸化窒素によって前記隔壁の表面に捕集されて堆積した前記粒子状物質のうちの可燃性物質を酸化除去して、前記ハニカムフィルタを再生することが可能なことを特徴とする排気ガス処理装置（以下、「第二の発明」ということがある）。

〔3〕 前記パルス電極に電圧を印可するための電源をさらに備えた前記〔1〕又は〔2〕に記載の排気ガス処理装置。

〔4〕 前記プラズマ発生電極が、金属ペーストによるプリント法によって、前記ハニカムフィルタの外周面に配設された前記〔1〕～〔3〕のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

〔5〕 前記ハニカムフィルタの材質が、コージェライト、炭化珪素、サイアロン、及び窒化珪素からなる群から選ばれる少なくとも一種の材料からなる前記〔1〕～〔4〕のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

〔6〕 前記ハニカムフィルタのセル密度が $15 \sim 60$ セル/ cm^2 であり、前記隔壁の厚さが $0.2 \sim 0.5$ mmであり、前記ハニカムフィルタの端面の目封じ深さが $1 \sim 20$ mmである前記〔1〕～〔5〕のいずれかに記載の排気ガス処

理装置。

〔7〕 前記ケース体の、前記排気系の上流側に、前記ケース体に流入する前記排気ガスの少なくとも一部に含まれる水分を除去するための脱水手段をさらに備えた前記〔1〕～〔6〕のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

〔8〕 前記ハニカムフィルタの前記隔壁の表面及び／又は内部に、触媒が担持された前記〔1〕～〔7〕のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

〔9〕 前記ケース体の、前記排気系の下流側に、 NO_x 処理手段をさらに備えた前記〔1〕～〔8〕のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

〔10〕 前記電源から供給される電流が、電圧が1 kV以上の直流電流、ピーク電圧が1 kV以上かつ1秒あたりのパルス数が1以上であるパルス電流、ピーク電圧が1 kV以上かつ周波数が1以上である交流電流、又はこれらのいずれか二つを重畳してなる電流である前記〔3〕～〔9〕のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

〔11〕 ディーゼルエンジンの燃焼ガスの排気系中に設置された前記〔1〕～〔10〕のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

図面の簡単な説明

図1は、本発明（第一の発明）の排気ガス処理装置の一の実施の形態を模式的に示す斜視図である。

図2は、本発明（第一の発明）の排気ガス処理装置の一の実施の形態に用いられるハニカムフィルタを示す斜視図である。

図3は、本発明（第一の発明）の排気ガス処理装置の一の実施の形態が、さらに脱水手段を備えた状態を模式的に示す説明図である。

図4は、本発明（第一の発明）の排気ガス処理装置の一の実施の形態が、さらに NO_x 処理手段を備えた状態を模式的に示す説明図である。

図5は、本発明（第一の発明）の排気ガス処理装置の一の実施の形態が、バイパスを備えた状態を模式的に示す説明図である。

図6は、本発明（第一の発明）の排気ガス処理装置の他の実施の形態を模式的に示す斜視図である。

図 7 は、本発明（第一の発明）の排気ガス処理装置の他の実施の形態における、ハニカムフィルタを複数用いた場合を示す平面図である。

図 8 は、本発明（第二の発明）の排気ガス処理装置の一の実施の形態を模式的に示す斜視図である。

図 9 は、本発明（第二の発明）の排気ガス処理装置の一の実施の形態における、ハニカムフィルタを複数用いた場合を示す平面図である。

図 10 は、本発明（第二の発明）の排気ガス処理装置の他の実施の形態を模式的に示す斜視図である。

図 11 は、本発明の実施例 1 における、排気ガス処理装置の各種測定を行うための全体概要構成図である。

図 12 は、本発明の実施例 1 における、排気ガス処理装置内のプラズマ発生電極に掛かる印加電圧と、その際に流れる電流を示したグラフである。

図 13 は、本発明の実施例 1 における、ハニカムフィルタにスート付着していない状態でノンサーマルプラズマを発生させた際の、 NO 、 NO_2 、 NO_x 、及び N_2O の濃度と経過時間との関係を示すグラフである。

図 14 は、本発明の実施例 1 における、ハニカムフィルタにスート付着させた状態でノンサーマルプラズマを発生させた際の、ハニカムフィルタの圧力損失と経過時間との関係を示すグラフである。

図 15 は、本発明の実施例 1 における、ハニカムフィルタにスート付着させた状態でノンサーマルプラズマを発生させた際の、 NO 、 NO_2 、 NO_x 、 N_2O 、 CO 、 CO_2 、及び O_2 の濃度と経過時間との関係を示すグラフである。

図 16 は、本発明の実施例 2 における、排気ガス処理装置内のプラズマ発生電極に掛かる印加電圧と、その際に流れる電流を示したグラフである。

図 17 は、本発明の実施例 2 における、ハニカムフィルタにスート付着させた状態でノンサーマルプラズマを発生させた際の、ハニカムフィルタの圧力損失と経過時間との関係を示すグラフである。

図 18 は、本発明の実施例 2 における、ハニカムフィルタにスート付着させた状態でノンサーマルプラズマを発生させた際の、 NO 、 NO_2 、 NO_x 、 N_2O 、 CO 、 CO_2 、及び O_2 の濃度と経過時間との関係を示すグラフである。

図 19 は、従来の排気ガス処理装置に用いられるハニカムフィルタを示す斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して、本発明の排気ガス処理装置の実施の形態について詳細に説明するが、本発明は、これに限定されて解釈されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて、種々の変更、修正、改良を加え得るものである。

まず、本発明（第一の発明）の排気ガス処理装置の一の実施の形態について、図 1 を用いて説明する。本実施の形態の排気ガス処理装置 1 は、自動車のディーゼルエンジンから排出される排気ガスを清浄化するために用いられる排気ガス処理装置 1 である。この排気ガス処理装置 1 は、燃焼ガスの排気系 8 中に設置されて、排気ガスに含まれる粒子状物質を捕集、除去するために用いられる排気ガス処理装置 1 であって、排気系 8 に接続された、排気ガスのメイン流路となるケース体 2 と、ケース体 2 の内部にメイン流路を遮断するように配設された、排気ガスのフィルタ流路となる隔壁によって区画された複数のセルを有し、排気ガスに含まれる粒子状物質を捕集するハニカムフィルタ 3 と、ハニカムフィルタ 3 を互いに挟むように対向配置されたパルス電極 4 及びアース電極 5 から構成され、パルス電極 4 とアース電極 5 との間にノンサーマルプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極 6 とを備え、ケース体 2 に流入した排気ガス中に含まれる粒子状物質を、ハニカムフィルタ 3 によって捕集するとともに、プラズマ発生電極 6 を構成するパルス電極 4 とアース電極 5 との間に発生させたノンサーマルプラズマによって、排気ガスに含まれる一酸化窒素を二酸化窒素に酸化し、得られた二酸化窒素によって隔壁の表面に捕集されて堆積した粒子状物質のうちの可燃性物質、例えば、スootを酸化除去して、ハニカムフィルタ 3 を再生することが可能なことを特徴とする。本実施の形態においては、ハニカムフィルタ 3 の、排気ガスが流入する側の端面にパルス電極 4 が配設され、排気ガスが流出する側の端面にアース電極 5 が配設された構成となっている。

このように構成することによって、排気ガスに含まれる粒子状物質をハニカム

フィルタ 3 にて高精度に捕集し、捕集した粒子状物質のうちのスートを簡便かつ低エネルギーで酸化除去して、ハニカムフィルタを再生することができるとともに、従来のノンサーマルプラズマを用いた排気ガス処理装置と比較して小型化が可能となる。また、本実施の形態においては、ノンサーマルプラズマがハニカムフィルタ 3 全体を覆うように発生するために、酸化された NO_x を含む排気ガスを励起状態のままスート等と反応させることができ、また、ハニカムフィルタの隔壁に堆積したスート等もノンサーマルプラズマによって反応し易い状態となるために、反応効率を向上させることができる。さらに、ノンサーマルプラズマによって発生したオゾン (O_3) 等のラジカルも、エネルギーを失う前にスート等と反応させることができるために、反応効率を向上させ、ハニカムフィルタ 3 の再生時間を短縮することができる。

また、本実施の形態においては、パルス電極 4 に電圧を印可するための電源 7 をさらに備えたものであることが好ましい。この排気ガス処理装置 1 が自動車等に設置される場合は、自動車のバッテリー等の電源を共有することもできるが、このように構成することによって、安定したノンサーマルプラズマを発生することができる。

また、本実施の形態においては、電源 7 から供給される電流が、電圧が 1 kV 以上の直流電流、ピーク電圧が 1 kV 以上かつ 1 秒あたりのパルス数が 1 以上であるパルス電流、ピーク電圧が 1 kV 以上かつ周波数が 1 以上である交流電流、又はこれらのいずれか二つを重畳してなる電流であることが好ましい。このように構成することによって、NO を NO_x に、より効率的に酸化することができるノンサーマルプラズマを発生させることができる。

本実施の形態に用いられるケース体 2 の材料としては、その内部にノンサーマルプラズマを有効に発生させることができるものであれば、特に制限はないが、アルミナを好適例として挙げるができる。また、ケース体 2 の外周面、及び／又は内部に、ヒーター等を配設して、排気ガス処理装置 1 内の温度を制御することができる構成としてもよい。

ハニカムフィルタ 3 は、図 2 に示すように、隔壁 21 によって区画された排気ガスのフィルタ流路となる複数のセル 22 を有し、このセル 22 の排気ガス流入

側端面 2 3 a 及び排気ガス流出側端面 2 3 b で互い違いに目封じしたハニカム構造を有するものである。ハニカムフィルタ 3 は、排気ガスを、排気ガス流入側端面 2 3 a に開口するセル 2 2 からハニカムフィルタ 3 内に導入し、強制的にハニカムフィルタ 3 内の隔壁 2 1 を通過させることにより、排気ガス中の粒子状物質を捕集、除去するものである。

前述したハニカムフィルタ 3 の材質としては、コージェライト、炭化珪素、サイアロン、及び窒化珪素からなる群から選ばれる少なくとも一種の材料からなることが好ましい。また、本実施の形態においては、ハニカムフィルタ 3 のセル密度が $15 \sim 60$ セル/ cm^2 であり、隔壁 2 1 の厚さが $0.2 \sim 0.5$ mm であり、ハニカムフィルタ 3 の端面 2 3 の目封じ深さが $1 \sim 20$ mm であることが好ましい。セル密度が 15 セル/ cm^2 未満であると、排気ガス中の粒子状物質の捕集効率が低下することがあり、セル密度が 60 セル/ cm^2 を超えると、ハニカムフィルタ 3 の背圧が大きくなりディーゼルエンジンに負荷が掛かることがある。また、隔壁 2 1 の厚さが 0.2 mm 未満であると、ハニカムフィルタ 3 の機械的強度が低くなり破損等の恐れがあり、隔壁 2 1 の厚さが 0.5 mm を超えると、ハニカムフィルタ 3 の背圧が大きくなりディーゼルエンジンに負荷が掛かることがある。さらに、端面 2 3 の目封じ深さが 1 mm 未満であると、排気ガスを処理する際に、端面 2 3 の目封じ部が破損する恐れがあり、端面 2 3 の目封じ深さが 20 mm を超えると、ハニカムフィルタ 3 の排気ガス中の粒子状物質を実質的に捕集する領域の有効面積が小さくなる ことがある。

図 1 及び図 2 においては、ハニカムフィルタ 3 の形状が円筒状のものを示しているがこれに限定されることはなく、四角柱等の他の形状であってもよい。また、セル 2 2 の流れ方向に垂直な断面の形状も四角形に限定されることはなく、円、楕円、三角、略三角、又はその他の多角形であってもよい。

パルス電極 4 及びアース電極 5 の材料としては、導電性の高い金属を用いることが好ましく、例えば、鉄、金、銀、銅、チタン、アルミニウム、ニッケル、及びクロムからなる群から選ばれる少なくとも一種の成分を含む金属を好適例して挙げることができる。また、その形状は、排気系 8 に背圧が掛からないような形状、例えば、網状やストライプ状に形成したものを好適に用いることができる。

また、パルス電極 4 と前述した電源 7 とは電氣的に接続した状態で配設し、アース電極 5 は接地した状態で配設する。本実施の形態の排気ガス処理装置 1 を、自動車等に設置する場合は、アース電極 5 を、自動車等のアースに電氣的に接続させた構成としてもよい。

図 1 においては、パルス電極 4 とアース電極 5 が、ハニカムフィルタ 3 の端面から離して配設された構成となっているが、本実施の形態においては、ハニカムフィルタ 3 を互いに挟むように対向配置されていればよく、一方がハニカムフィルタ 3 と接していてもよく、また、ハニカムフィルタ 3 の材料として、コーゼライト、サイアロン、及び窒化珪素等からなる群から選ばれる少なくとも一種の電氣的絶縁材料を用いた場合は、パルス電極 4 とアース電極 5 とがともにハニカムフィルタ 3 の端面と接している構成としてもよい。

パルス電極 4 とアース電極 5 の少なくとも一方がハニカムフィルタ 3 の端面に接するように配設された場合は、金属ペーストによるプリント法によって配設することが好ましい。具体的には、金属ペーストをハニカムフィルタ 3 の端面上の隔壁断面又は目封じ上に塗布し、乾燥、焼結することによって、ハニカムフィルタ 3 の端面に配設することができる。

また、本実施の形態に用いられるハニカムフィルタ 3 の隔壁の表面及び／又は内部に、触媒が担持されることが好ましい。このように構成することによって、例えば、ディーゼルエンジンが低速や低負荷状態で運転され、排気系の温度が低い場合は、プラズマ発生電極 6 にてノンサーマルプラズマを発生させて NO を NO_2 に酸化し、また、ディーゼルエンジンが通常運転となり、排気系の温度が、触媒が活性化する温度、例えば、 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ になった場合は、ノンサーマルプラズマと触媒との併用や、ノンサーマルプラズマの発生を停止して触媒のみで酸化反応を行うことができる。このため、排気ガス中の NO を NO_2 に酸化する効率を向上させることができるとともに、ノンサーマルプラズマを発生するための電力消費を低減させることができる。また、触媒としては、特に限定されることはないが、Pt、Pd、Rh、K、Ba、Li、及びNaからなる群より選択される少なくとも一種を含む触媒を好適例として挙げるができる。

また、本実施の形態の排気ガス処理装置 1 は、図 3 に示すように、ケース体 2

の、排気系 8 の上流側に、ケース体 2 に流入する排気ガスの少なくとも一部に含まれる水分を除去するための脱水手段 30 をさらに備えたものであることが好ましい。本実施の形態に用いられる脱水手段 30 は、熱交換器により排気ガスを冷却し、液化した水分をドレン 31 により排出するものである。本来、ノンサーマルプラズマは、排気ガスに含まれる NO 以外の分子をも酸化や励起することから、大量の水分を含んだ排気ガスは、NO を NO_2 に酸化する効率を低下させることとなる。特に、燃焼による排気ガスには大量の水分を含んでいることが多く、排気ガス処理装置 1 が脱水手段 30 をさらに備えた構成とすることによって、NO を NO_2 に酸化する効率を向上させるとともに、ノンサーマルプラズマを発生するための電力消費を低減させることができる。

図 3 において、排気ガスを冷却して脱水する脱水手段 30 について説明したが、排気ガス中の水分を除去することができるものであれば、例えば、排気ガスを圧縮して水分の分圧を上昇させて脱水する脱水手段や、吸着剤に水分を吸着させる脱水手段であってもよい。また、ケース体 2 と脱水手段 30 とは、脱水手段 30 が排気系 8 の上流側に位置していればどのような位置関係でもよく、ケース体 2 と脱水手段 30 とは接していても離れていてもよい。

また、本実施の形態の排気ガス処理装置 1 は、図 4 に示すように、ケース体 2 の、排気系 8 の下流側に、 NO_x 処理手段 32 をさらに備えたものであることが好ましい。このように構成することによって、排気ガス処理装置 1 にて処理したガスを、有害物質である NO_x を含まない状態で外部に排出することができる。 NO_x 処理手段 32 としては、例えば、 NO_x 吸蔵還元触媒を担持したハニカム構造体や、尿素 SCR (Selective Catalytic Reduction) 等を好適例として挙げることもできる。また、ケース体 2 と NO_x 処理手段 32 とは、 NO_x 処理手段 32 が排気系 8 の下流側に位置していればどのような位置関係でもよく、ケース体 2 と NO_x 処理手段 32 とは接していても離れていてもよい。

また、本実施の形態の排気ガス処理装置 1 は、図 5 に示すようにハニカムフィルタ 3 を通過した後の排気ガスを排気系 8 の上流側に戻すバイパス 33 を設け、排気ガスが処理装置 1 内を循環する構成としてもよい。ノンサーマルプラズマに

よって生成した NO_2 は、ハニカムフィルタ 3 の隔壁に堆積したスートと反応することによって NO に還元されることから、ハニカムフィルタを通過した後の排気ガスを、再度、排気系 8 の上流側に戻し、再循環させることによってスートを除去する効率を上昇させることができる。

次に、本発明（第一の発明）の排気ガス処理装置の他の実施の形態を、図 6 を用いて説明する。図 6 に示すように、本実施の形態の排気ガス処理装置 4 1 は、パルス電極 4 4 とアース電極 4 5 が、四角柱のハニカムフィルタ 4 3 の対向する外周面に配設される以外は、図 1 に示した排気ガス処理装置 1 と同様に構成されている。図 1 に示した各要素と共通する要素については、図 1 と同一の符号を付して説明を省略する。

このように構成することによって、排気ガスに含まれる粒子状物質をハニカムフィルタ 4 3 にて高精度に捕集し、捕集した粒子状物質のうちのスート等を簡便かつ低エネルギーで酸化除去して、ハニカムフィルタ 4 3 を再生することが可能であるととも、従来のノンサーマルプラズマを用いた排気ガス処理装置と比較して小型化が可能となる。

また、本実施の形態に用いられるハニカムフィルタ 4 3 は、図 1 に示したハニカムフィルタ 3 と同様の材料からなるものを好適に用いることができ、特に、コージェライト、サイアロン、及び窒化珪素からなる群から選ばれる少なくとも一種の電氣的絶縁材料からなるものであることが好ましい。また、ハニカムフィルタ 4 3 の外周面を、電氣的絶縁材料を用いてコーティングしたハニカムフィルタ 4 3 も好適に用いることができる。

プラズマ発生電極 4 6 を構成するパルス電極 4 4 及びアース電極 4 5 の材料としては、図 1 に示したパルス電極 4 及びアース電極 5 の材料と同様のものを好適に用いることができる。パルス電極 4 4 及びアース電極 4 5 は、ハニカムフィルタ 4 3 の外周面に対向配置してハニカムフィルタ 4 3 の全体に渡ってノンサーマルプラズマを発生されることができる形状であればどのような形状であってもよい。また、パルス電極 4 4 と電源 7 とは電氣的に接続した状態で配設し、アース電極 4 5 は接地した状態で配設する。本実施の形態の排気ガス処理装置 4 1 を、自動車等に設置する場合は、アース電極 4 5 を、自動車等のアースに電氣的に接

続させてもよい。

パルス電極 4 4 とアース電極 4 5 とを、ハニカムフィルタ 4 3 の対向する外周面に接して配設する場合は、上述した金属ペーストによるプリント法によって配設することが好ましい。

また、本実施の形態の排気ガス処理装置 4 1 は、ケース体 2 の、排気系 8 の上流側に、ケース体 2 に流入する排気ガスの少なくとも一部に含まれる水分を除去するための、上述した脱水手段と同様に構成された脱水手段をさらに備えたものであってもよく、また、ケース体 2 の、排気系 8 の下流側に、上述した NO_x 処理手段と同様に構成された NO_x 処理手段をさらに備えたものであってもよい。

また、排気ガス処理装置 4 1 に上述したバイパスと同様に構成されたバイパスを配設し排気ガスが循環する構成としてもよい。

また、本実施の形態においては、図 7 に示すように、ハニカムフィルタ 4 3 を複数（図 7 においては六個）組み合わせ、パルス電極 4 4 とアース電極 4 5 とを、各ハニカムフィルタ 4 3 の対向する外周面に、複数のハニカムフィルタ 4 3 の全体に渡ってノンサーマルプラズマが発生するような状態で配設した構成としてもよい。このように構成することによって、大型の内燃機関等から排出される排気ガスを処理するための、大容量タイプの排気ガス処理装置であっても、ハニカムフィルタ 4 3 の全体に渡ってノンサーマルプラズマが発生し、効率よく、かつ均一にハニカムフィルタ 4 3 を再生することができる。

次に、本発明（第二の発明）の排気ガス処理装置の一の実施の形態を、図 8 を用いて説明する。本実施の形態の排気ガス処理装置 5 1 は、燃焼ガスの排気系 5 8 中に設置されて、排気ガスに含まれる粒子状物質を捕集、除去するために用いられる排気ガス処理装置 5 1 であって、排気系 5 8 に接続された、排気ガスのメイン流路となるケース体 5 2 と、ケース体 5 2 の内部にメイン流路を遮断するように配設された、排気ガスのフィルタ流路となる隔壁によって区画された複数のセルを有し、排気ガスに含まれる粒子状物質を捕集するハニカムフィルタ 5 3 と、少なくとも一方がハニカムフィルタ 5 3 と接するように配設されたパルス電極 5 4 及びアース電極 5 5 から構成され、パルス電極 5 4 とアース電極 5 5 との間にノンサーマルプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極 5 6 とを備

え、ケース体 5 2 に流入した排気ガス中に含まれる粒子状物質を、ハニカムフィルタによって捕集するとともに、プラズマ発生電極 5 6 を構成するパルス電極 5 4 とアース電極 5 5 との間に発生させたノンサーマルプラズマによって、排気ガスに含まれる一酸化窒素を二酸化窒素に酸化し、得られた二酸化窒素によって隔壁の表面に捕集されて堆積した粒子状物質のうちの可燃性物質、例えば、スート等を酸化除去して、ハニカムフィルタ 5 3 を再生することが可能なことを特徴とする。本実施の形態においては、ハニカムフィルタ 5 3 のセル内に、排気ガスが流入する側の端面から排気ガスが流出する側の端面の近傍まで、棒状のパルス電極 5 4 が挿入された状態で配設され、ハニカムフィルタ 5 3 の外周面にアース電極 5 5 が配設された構成となっている。

このように構成することによって、排気ガスに含まれる粒子状物質をハニカムフィルタ 5 3 にて高精度に捕集し、捕集した粒子状物質のうちのスートを簡便かつ低エネルギーで酸化除去して、ハニカムフィルタ 5 3 を再生することができる。とともに、従来のノンサーマルプラズマを用いた排気ガス処理装置と比較して小型化が可能となる。また、本実施の形態においては、ノンサーマルプラズマがハニカムフィルタ 5 3 の内部で発生されるために、酸化された NO_x を含む排気ガスを励起状態のままスート等と反応させることができ、また、ハニカムフィルタの隔壁に堆積したスート等もノンサーマルプラズマによって反応し易い状態となるために、反応効率を向上させることができる。さらに、ノンサーマルプラズマによって発生したオゾン (O_3) 等のラジカルも、エネルギーを失う前にスート等と反応させて酸化反応を促進させ、ハニカムフィルタ 5 3 の再生時間を短縮することができる。

また、本実施の形態においては、パルス電極 5 4 に電圧を印可するための電源 5 7 をさらに備えたものであることが好ましい。この排気ガス処理装置 5 1 が自動車等に設置される場合は、自動車のバッテリー等の電源を共有することもできるが、このように構成することによって、安定したノンサーマルプラズマを発生することができる。

また、本実施の形態においては、電源 5 7 から供給される電流が、図 1 に示した電源 7 と同様に構成されたものを好適に用いることができる。

本実施の形態に用いられるケース体 5 2 の材料としては、その内部にノンサーマルプラズマを有効に発生させることができるものであれば、特に制限はないが、アルミナを好適例として挙げるができる。

本実施の形態に用いられるハニカムフィルタ 5 3 は、図 1 に示した排気ガス処理装置 1 に用いられるハニカムフィルタ 3 と同様に構成されたものを好適に用いることができる。また、ハニカムフィルタ 5 3 の形状も、上述したように、円筒状に限定されることはない。

パルス電極 5 4 及びアース電極 5 5 の材料としては、導電性の高い金属を用いることが好ましく、例えば、鉄、金、銀、銅、チタン、アルミニウム、ニッケル、及びクロムからなる群から選ばれる少なくとも一種の成分を含む金属を好適例として挙げるができる。本実施の形態においては、パルス電極 5 4 の形状は、ハニカムフィルタ 5 3 と略同一の長さの棒状で、かつハニカムフィルタ 5 3 のセル内に挿入することができる形状のものであり、また、アース電極 5 5 の形状は、ハニカムフィルタ 5 3 の外周面の全域を覆う形状のもので、ハニカムフィルタ 5 3 と接するように構成されている。この際、アース電極 5 5 は、金属ペーストによるプリント法によって配設することが好ましい。

本実施の形態においては、パルス電極 5 4 とアース電極 5 5 とのうちの少なくとも一方がハニカムフィルタ 5 3 と接するように構成されていればよく、パルス電極 5 4 及びアース電極 5 5 の形状は、図 8 に示した形状に限定されることはない。また、パルス電極 5 4 と前述した電源 5 7 とは電氣的に接続した状態で配設し、アース電極 5 5 は接地した状態で配設する。本実施の形態の排気ガス処理装置 5 1 を、自動車等に設置する場合は、アース電極 5 5 を、自動車等のアースに電氣的に接続させた構成としてもよい。

また、本実施の形態に用いられるハニカムフィルタ 5 3 は、上述したように、その隔壁の表面及び／又は内部に、触媒が担持されることが好ましい。このように構成することによって、図 1 に示した排気ガス処理装置 1 と同様の効果を得ることができる。

また、本実施の形態の排気ガス処理装置 5 1 は、ケース体 5 2 の、排気系 5 8 の上流側に、ケース体 5 2 に流入する排気ガスの少なくとも一部に含まれる水分

を除去するための、上述した脱水手段と同様に構成された脱水手段をさらに備えたものであってもよく、また、ケース体 5 2 の、排気系 5 8 の下流側に、上述した NO_x 処理手段と同様に構成された NO_x 処理手段をさらに備えたものであってもよい。また、排気ガス処理装置 5 1 に上述したバイパスと同様に構成されたバイパスを配設し排気ガスが循環する構成としてもよい。

また、本実施の形態においては、図 9 に示すように、ハニカムフィルタ 5 3 を複数（図 9 においては六個）組み合わせ、パルス電極 5 4 とアース電極 5 5 とを、各ハニカムフィルタ 5 3 の対向する外周面に、複数のハニカムフィルタ 5 3 の全体に渡ってノンサーマルプラズマが発生するような状態で配設した構成としてもよい。このように構成することによって、大型の内燃機関等の排気系に設置する場合であっても、ハニカムフィルタ 5 3 の全体に渡ってノンサーマルプラズマが発生し、効率よく、かつ均一にハニカムフィルタ 5 3 を再生することができる。

次に、本発明（第二の発明）の排気ガス処理装置の他の実施の形態を、図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 に示すように、本実施の形態の排気ガス処理装置 6 1 は、パルス電極 6 4 が、網状の絶縁板 6 9 に金属製の針 7 0 を複数配設して形成されたものである以外は、図 8 に示した排気ガス処理装置 5 1 と同様に構成されている。図 8 に示した各要素と共通する要素については、図 8 と同一の符号を付して説明を省略する。

このように構成することによって、ノンサーマルプラズマがハニカムフィルタ 5 3 の排気ガス入口側端面の近傍で発生し、ノンサーマルプラズマによって酸化された NO_x を含む排気ガスを励起状態のままスート等と反応させることができ、これまでに説明した排気ガス処理装置と同様の効果を得ることができる。

以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

（実施例 1）

本実施例においては、図 6 に示すような、排気ガスのメイン流路となるアクリル樹脂製のケース体 2 の内部に、このメイン流路を遮断するように、電気絶縁性の高いコージェライトを用いて形成したハニカムフィルタ 4 3 を配設し、このハ

ニカムフィルタ 43 の対向する外周面上に、メッシュサイズが $2.6 \text{ mm} \times 2.6 \text{ mm}$ のステンレス製のパルス電極 44 と、メッシュサイズが $2.6 \text{ mm} \times 2.6 \text{ mm}$ のステンレスにフッ素樹脂をコーティングしたアース電極 45 を配設した排気ガス処理装置 41 を製作した。

ハニカムフィルタ 43 は、その形状が、排気ガスの流れ方向の長さが 152 mm で、端面が、幅 $48 \text{ mm} \times$ 高さ 24 mm の四角柱で、セル密度が $16 \text{ セル}/\text{cm}^2$ 、隔壁の厚さが 0.43 mm であり、金属製の口金を用いて押し出し成形して形成した。

また、電源としては、スイッチング素子として S I サイリスタを用いた高電圧パルス電源（日本ガイシ（株）製）を用いた。この高電圧パルス電源は、定格負荷に最大約 45 kV 電圧を印加することができ、周波数は $80 \sim 500 \text{ Hz}$ の範囲で変化させることができる。

上述したように製作した排気ガス処理装置 41 に、図 11 に示すように、外部空気をコンプレッサ 71 にて圧縮し、フィルタ 72 にて微粒子を除去し、乾燥剤にて水分を除去した乾燥空気と、2% の NO 混合ガスが充填されたガスボンベ 73 から供給された NO ガスとを、各々マスフローコントローラ 74 を用いて所定の濃度及び流量となるようにして調整した NO 混合ガスを導入して、印加電圧と電流とを、オシロスコープ（横河電気（株）製：DL1740-1GS/s）75 と、高電圧プローブ（ソニー テクトロニクス（株）製：P6015A）と、電流プローブ（ソニー テクトロニクス（株）製：P6021）とを用いて測定した。測定結果を図 12 に示す。放電電力は、オシロスコープ 75 で電圧と電流波形の積の波形の正の面積にパルス周波数をかけることで求めた。

次に、高電圧パルス電源で電圧を印加してプラズマ処理を行い、オゾン除去用ヒータ 76 に通した後の処理ガス中の、NO、 NO_2 、 NO_x 、及び N_2O の濃度を、ガス分析器を用いて測定した。測定結果を図 13 に示す。NO の最大減少量は 197 ppm で、約 70% の NO を NO_2 に酸化することができた。

次に、排気ガス処理装置 41 のハニカムフィルタ 43 に 2.1 g/L のスートを付着させ、ハニカムフィルタ 43 の端面での温度を 250°C に維持した状態で、NO 濃度を 310 ppm に調整した NO 混合ガスを導入し、パルス電極とアー

ス電極間にノンサーマルプラズマを発生させた際のハニカムフィルタ 4 3 の圧力損失を測定した。時間経過によるハニカムフィルタ 4 3 の圧力損失の測定結果を図 1 4 に示す。また、同時に、排気ガス処理装置 4 1 (図 1 1 参照) で処理された排気ガスの、 NO 、 NO_2 、 NO_x 、 N_2O 、 CO 、 CO_2 、及び O_2 の濃度を、ガス分析器 7 7 (図 1 1 参照) を用いて測定した。測定結果を図 1 5 に示す。

図 1 4 に示したグラフから、ノンサーマルプラズマ発生時にハニカムフィルタ 4 3 (図 1 1 参照) の圧力損失が低下し、ハニカムフィルタ 4 3 (図 1 1 参照) の再生が行われていることがわかる。

また、図 1 5 に示したグラフから、図 1 3 に示したようなノンサーマルプラズマ発生時における NO_2 の濃度増加が確認されず、 CO_2 及び CO の濃度が増加していることから、ノンサーマルプラズマによって酸化された NO_2 の大部分がスートと反応していることがわかる。

上述した測定を終えた後、ハニカムフィルタ 4 3 (図 1 1 参照) を排気ガス処理装置 4 1 (図 1 1 参照) から取り出して、ハニカムフィルタ 4 3 (図 1 1 参照) の内面及び外面を目視にて確認したところ、スートが除去されていることが確認できた。

(実施例 2)

本実施例においては、排気ガスのメイン流路となる石英ガラス製のケース体の内部に、このメイン流路を遮断するように、電気絶縁性の高いコージェライトを用いて形成したハニカムフィルタを配設し、このハニカムフィルタの各端面から 8 mm の位置に、網状のステンレス板に長さ 7 mm のステンレス製針を複数設置して構成されたパルス電極とアース電極とを配設した排気ガス処理装置を製作した。本実施例においては、ハニカムフィルタに 4. 1 g/L のスートを付着させ、ハニカムフィルタの質量は 5 5. 2 5 2 5 g であった。

上述したように製作した排気ガス処理装置を、図 1 1 に示したものと同様に構成された測定フロー及び測定装置を用いて、ハニカムフィルタの端面での温度を 2 0 0 °C に維持した状態で、 NO 濃度を 3 2 0 p p m に調整した NO 混合ガスを流量 3 L / m i n で導入し、消費電力 1. 3 6 W でノンサーマルプラズマを発生させて、印加電圧と電流、ノンサーマルプラズマを発生させた際のハニカムフィ

ルタの圧力損失、及び排気ガス処理装置で処理された排気ガスの、 NO 、 NO_x 、 N_2O 、 CO 、及び CO_2 の濃度を測定した。各測定結果を図16～18に示す。

本実施例においても実施例1と同様に、ノンサーマルプラズマ発生時にハニカムフィルタの圧力損失が低下し、同時に CO_2 及び CO の濃度が増加していることから、ハニカムフィルタの再生が行われていることがわかる。また、ノンサーマルプラズマ発生後のハニカムフィルタの質量を測定したところ、質量が0.2481g減少して55.0044gとなっており、ハニカムフィルタに付着させたスートが酸化除去されたことが確認できた。また、図18に示した測定結果によれば、 NO_2 の還元量以上に CO_2 及び CO の濃度が増加していることから、ノンサーマルプラズマによって他のラジカル、例えば、 O 、 OH 、 O_3 等がスートを酸化し、ハニカムフィルタの再生を促進しているといえる。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によって、排気ガスに含まれる粒子状物質をハニカムフィルタにて高精度に捕集し、捕集した粒子状物質のうちの可燃性物質を簡便かつ低エネルギーで酸化除去して、ハニカムフィルタを再生することが可能であるとともに、従来のノンサーマルプラズマを用いた排気ガス処理装置と比較して小型化が可能な排気ガス処理装置を提供することができる。

請 求 の 範 囲

1. 燃焼ガスの排気系中に設置されて、排気ガスに含まれる粒子状物質を捕集、除去するために用いられる排気ガス処理装置であって、

前記排気系に接続された、前記排気ガスのメイン流路となるケース体と、前記ケース体の内部に前記メイン流路を遮断するように配設された、前記排気ガスのフィルタ流路となる隔壁によって区画された複数のセルを有し、前記排気ガスに含まれる前記粒子状物質を捕集するハニカムフィルタと、前記ハニカムフィルタを互いに挟むように対向配置されたパルス電極及びアース電極から構成され、前記パルス電極と前記アース電極との間にノンサーマルプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極とを備え、

前記ケース体に流入した前記排気ガス中に含まれる粒子状物質を、前記ハニカムフィルタによって捕集するとともに、前記プラズマ発生電極を構成する前記パルス電極と前記アース電極との間に発生させたノンサーマルプラズマによって、前記排気ガスに含まれる一酸化窒素を二酸化窒素に酸化し、得られた前記二酸化窒素によって前記隔壁の表面に捕集されて堆積した前記粒子状物質のうちの可燃性物質を酸化除去して、前記ハニカムフィルタを再生することが可能なことを特徴とする排気ガス処理装置。

2. 燃焼ガスの排気系中に設置されて、排気ガスに含まれる粒子状物質を捕集、除去するために用いられる排気ガス処理装置であって、

前記排気系に接続された、前記排気ガスのメイン流路となるケース体と、前記ケース体の内部に前記メイン流路を遮断するように配設された、前記排気ガスのフィルタ流路となる隔壁によって区画された複数のセルを有し、前記排気ガスに含まれる前記粒子状物質を捕集するハニカムフィルタと、少なくとも一方が前記ハニカムフィルタと接するように配設されたパルス電極及びアース電極から構成され、前記パルス電極と前記アース電極との間にノンサーマルプラズマを発生させることが可能なプラズマ発生電極とを備え、

前記ケース体に流入した前記排気ガス中に含まれる粒子状物質を、前記ハニカムフィルタによって捕集するとともに、前記プラズマ発生電極を構成する前記パルス電極と前記アース電極との間に発生させたノンサーマルプラズマによって、

前記排気ガスに含まれる一酸化窒素を二酸化窒素に酸化し、得られた前記二酸化窒素によって前記隔壁の表面に捕集されて堆積した前記粒子状物質のうちの可燃性物質を酸化除去して、前記ハニカムフィルタを再生することが可能なことを特徴とする排気ガス処理装置。

3. 前記パルス電極に電圧を印可するための電源をさらに備えた請求項1又は2に記載の排気ガス処理装置。

4. 前記プラズマ発生電極が、金属ペーストによるプリント法によって、前記ハニカムフィルタの外周面に配設された請求項1～3のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

5. 前記ハニカムフィルタの材質が、コーージェライト、炭化珪素、サイアロン、及び窒化珪素からなる群から選ばれる少なくとも一種の材料からなる請求項1～4のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

6. 前記ハニカムフィルタのセル密度が15～60セル/cm²であり、前記隔壁の厚さが0.2～0.5mmであり、前記ハニカムフィルタの端面の目封じ深さが1～20mmである請求項1～5のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

7. 前記ケース体の、前記排気系の上流側に、前記ケース体に流入する前記排気ガスの少なくとも一部に含まれる水分を除去するための脱水手段をさらに備えた請求項1～6のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

8. 前記ハニカムフィルタの前記隔壁の表面及び／又は内部に、触媒が担持された請求項1～7のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

9. 前記ケース体の、前記排気系の下流側に、NO_x処理手段をさらに備えた請求項1～8のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

10. 前記電源から供給される電流が、電圧が1kV以上の直流電流、ピーク電圧が1kV以上かつ1秒あたりのパルス数が1以上であるパルス電流、ピーク電圧が1kV以上かつ周波数が1以上である交流電流、又はこれらのいずれか二つを重畳してなる電流である請求項3～9のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

11. ディーゼルエンジンの燃焼ガスの排気系中に設置された請求項1～10のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

1/11

図1

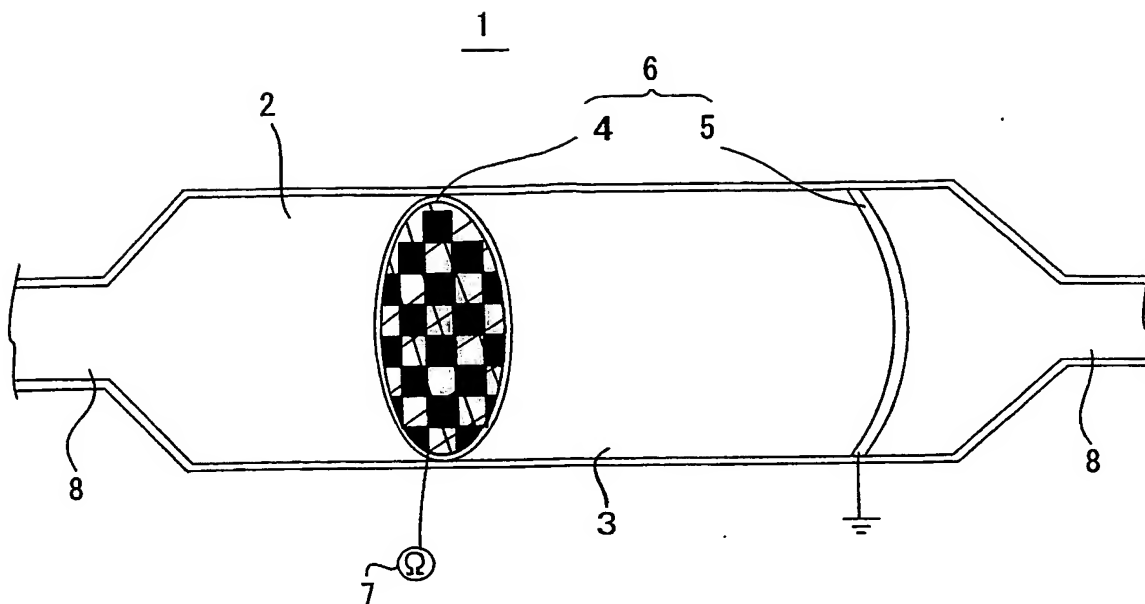
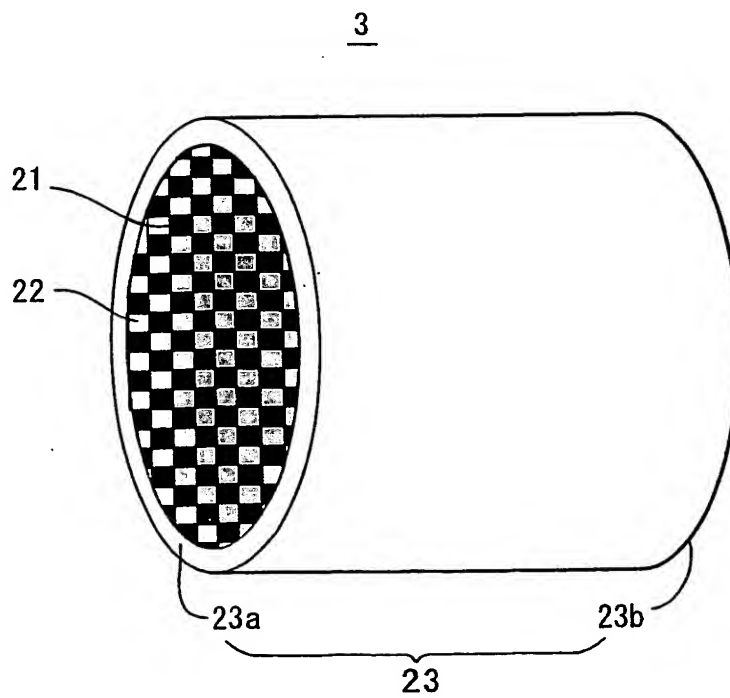


図2



2/11

図3

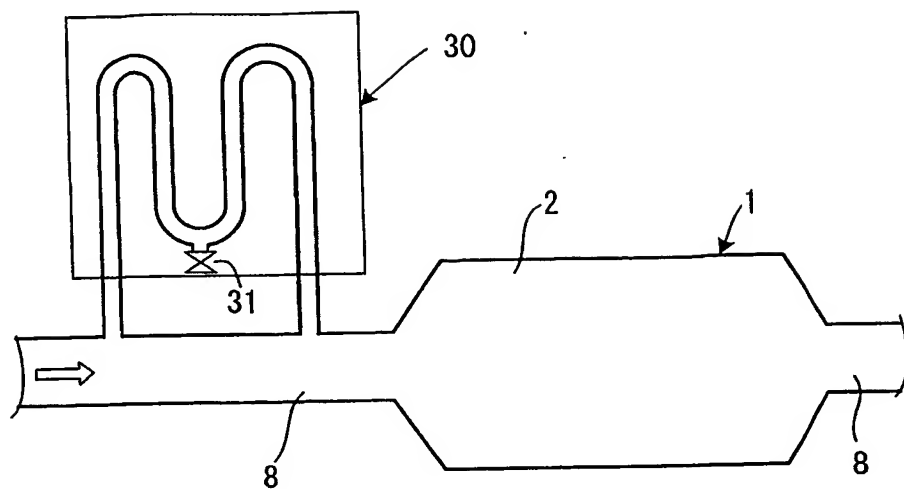
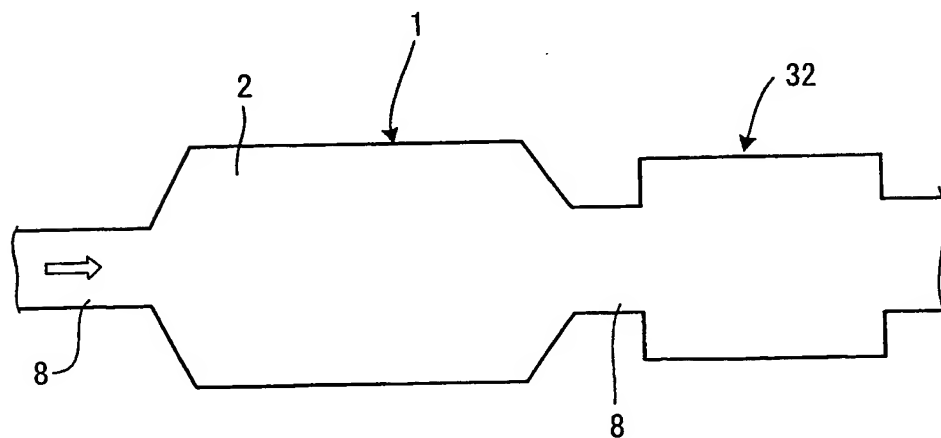
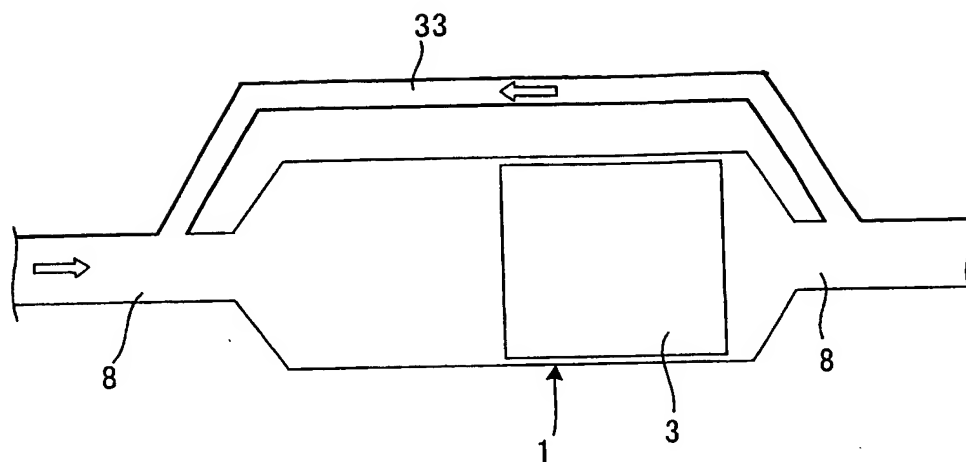


図4



3/11

図5



4/11

図6

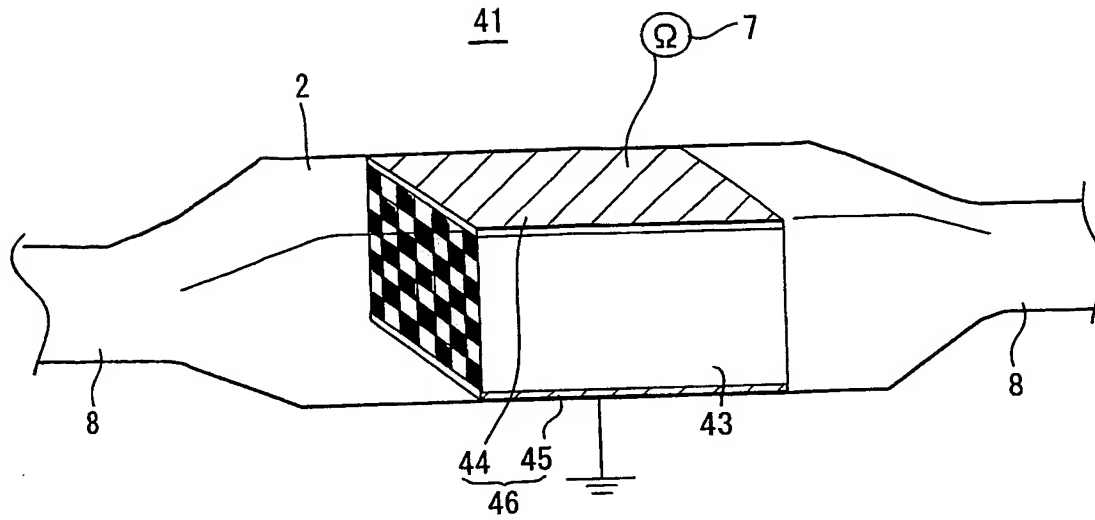
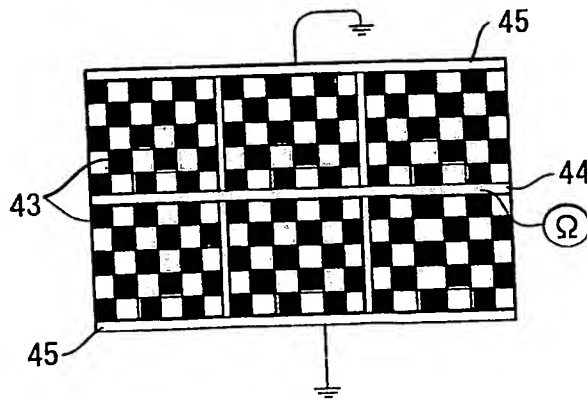


図7



5/11

図8

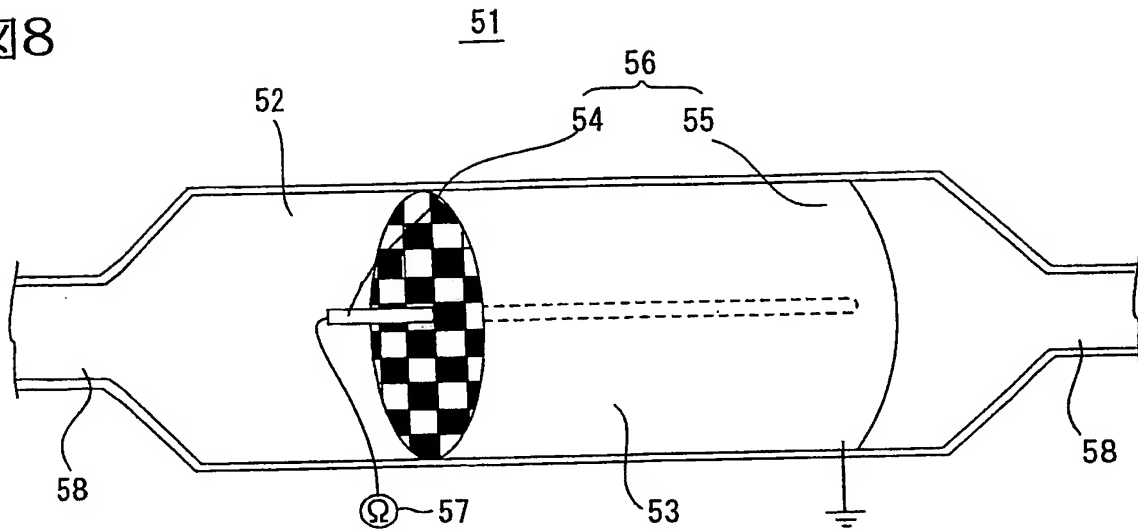
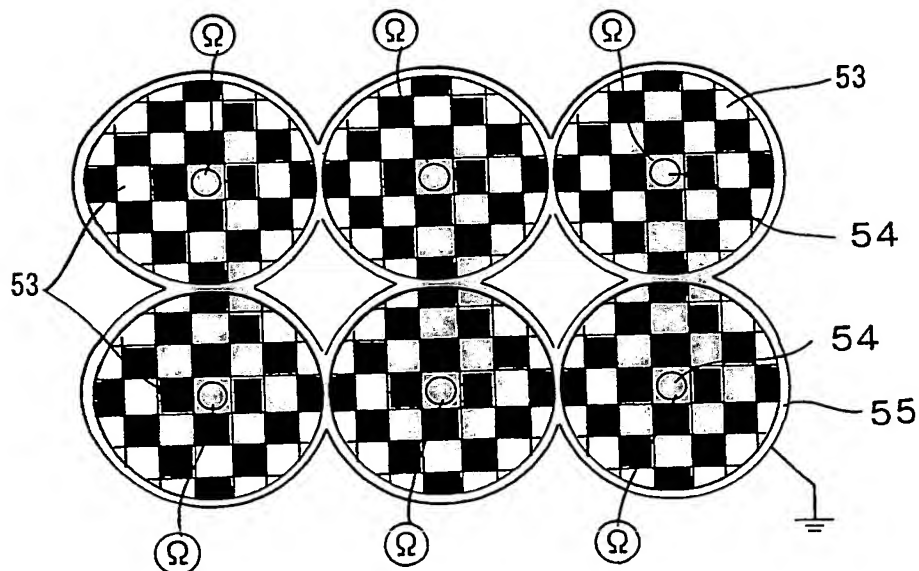


図9



BEST AVAILABLE COPY

6/11

図 10

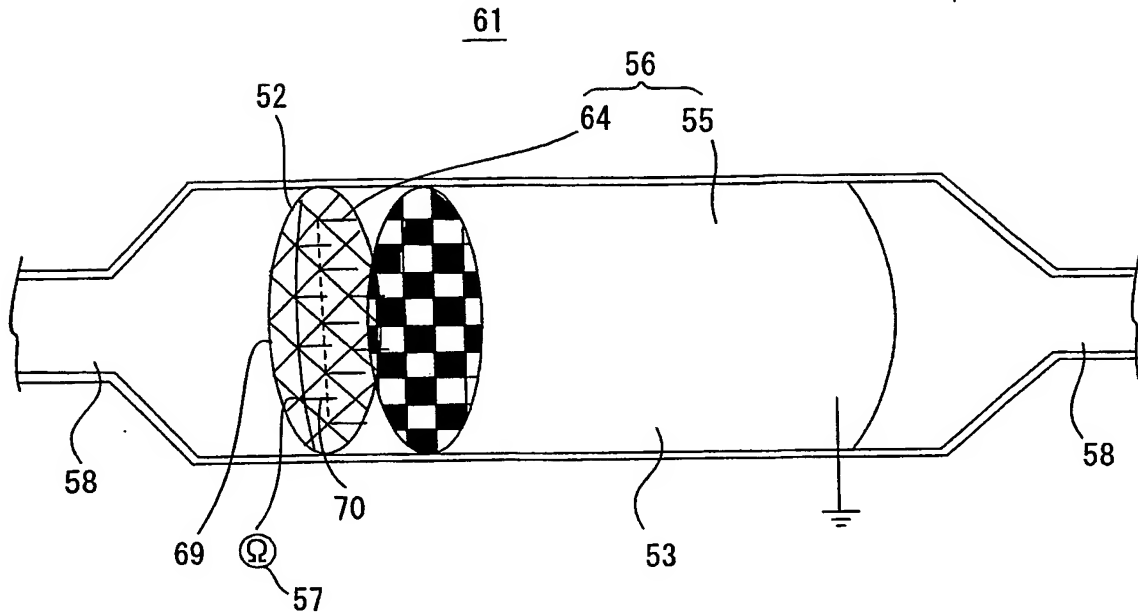
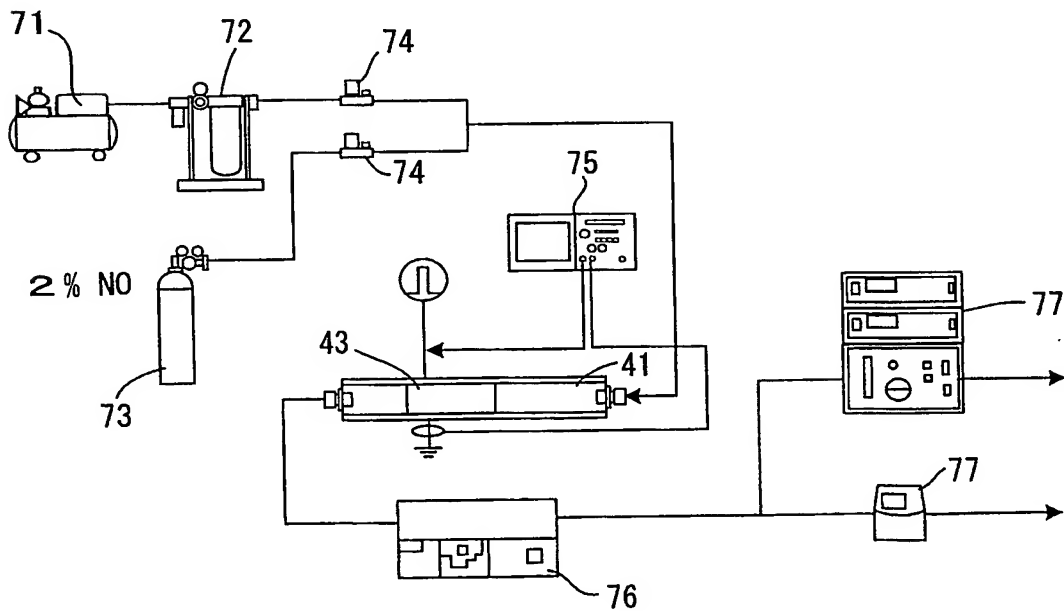


図 11



7/11

図12

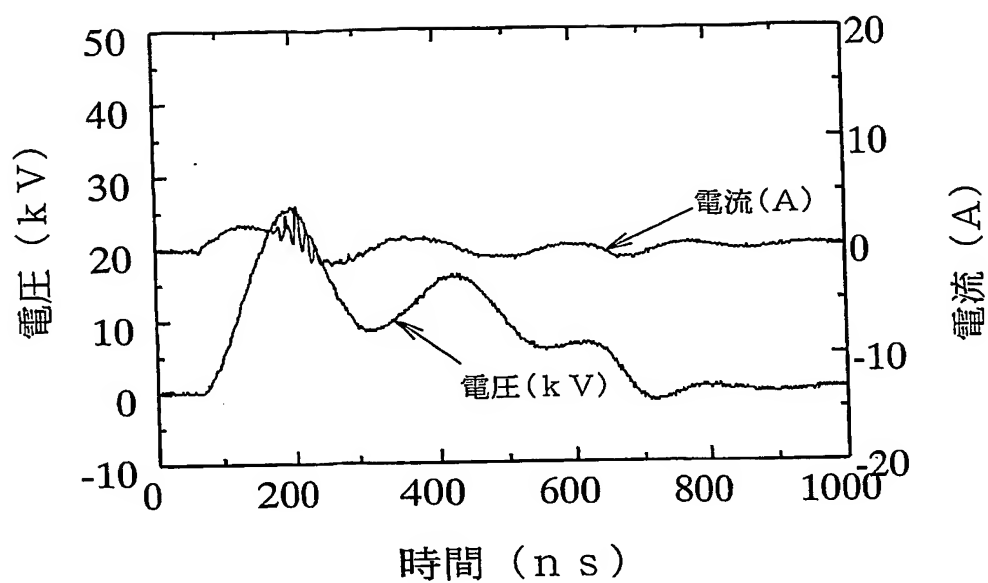
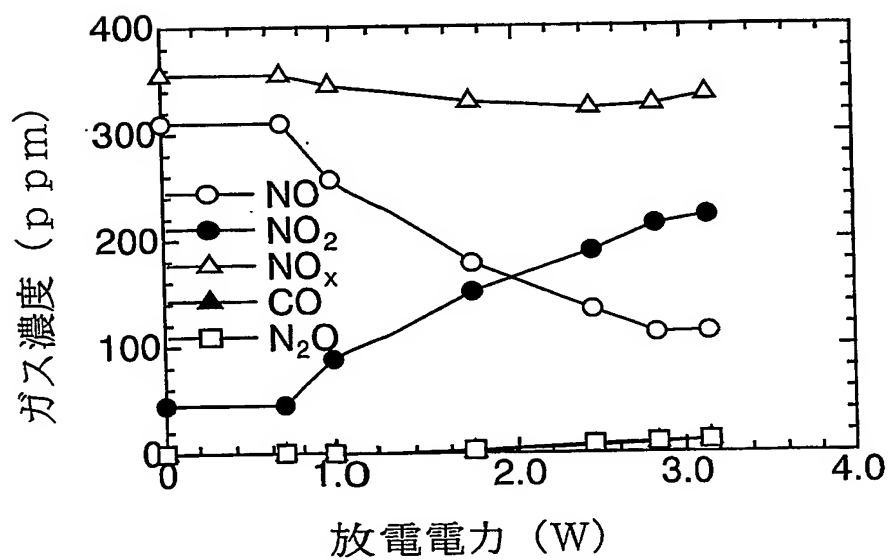


図13



8/11

図14

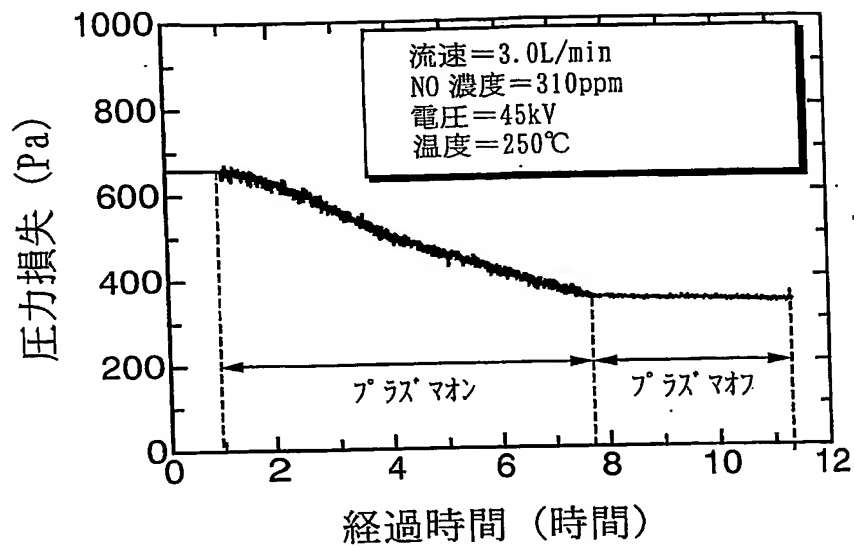
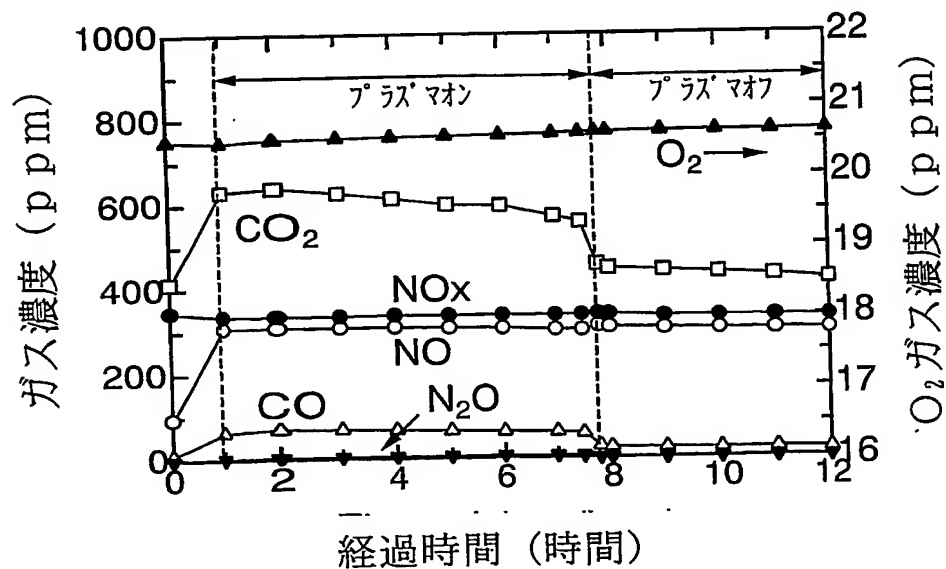


図15



9/11

図16

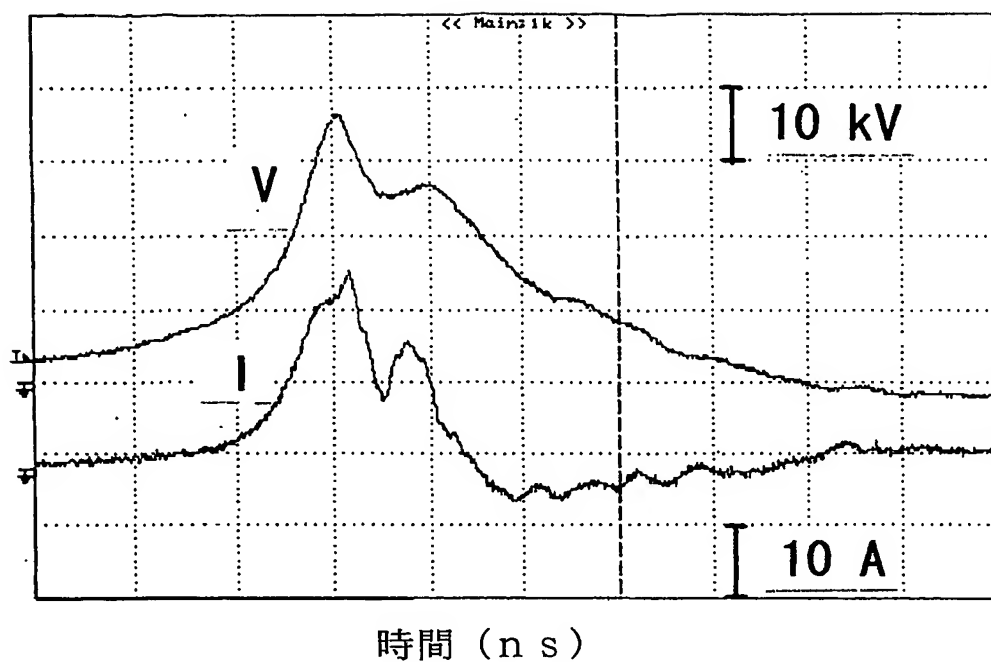
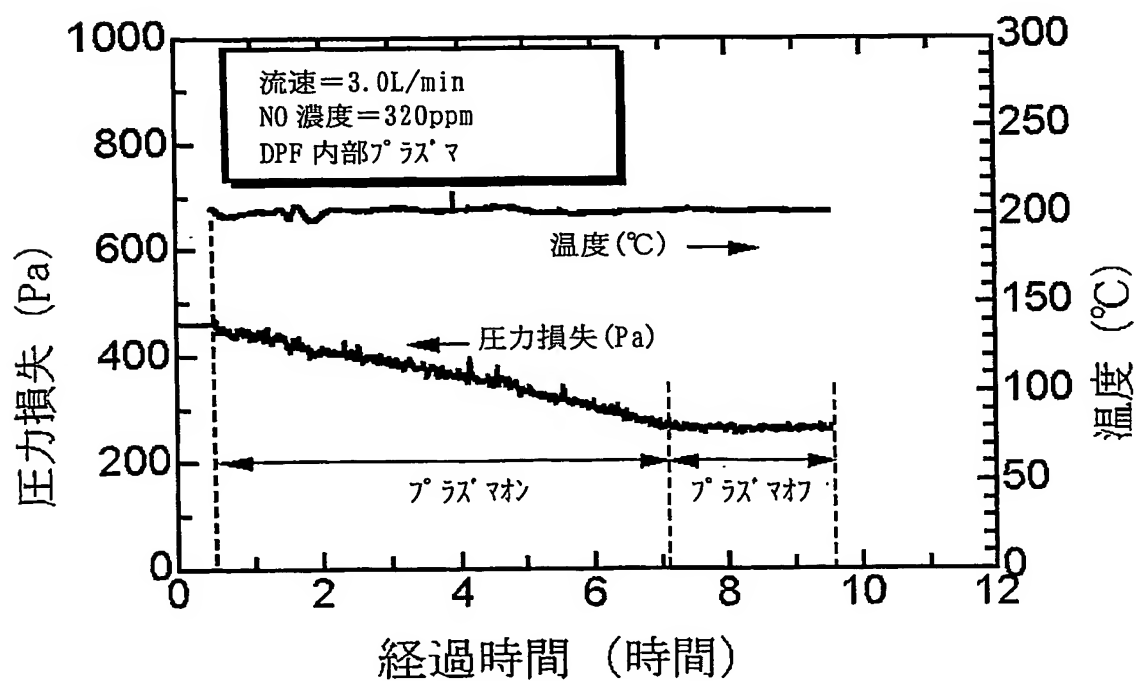
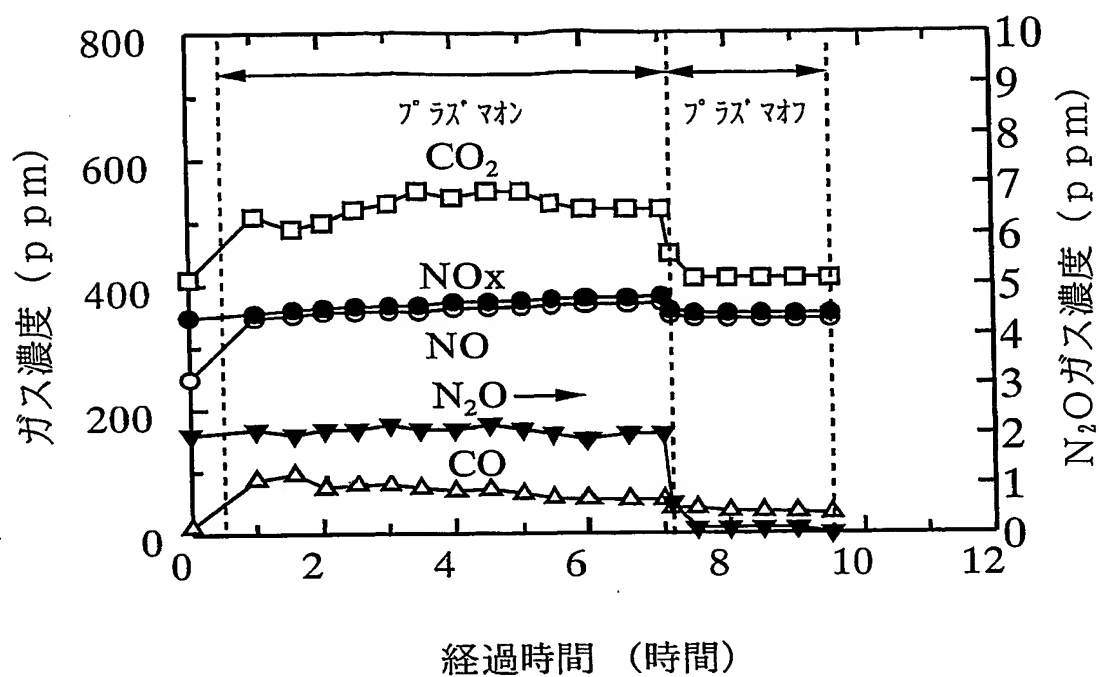


図17



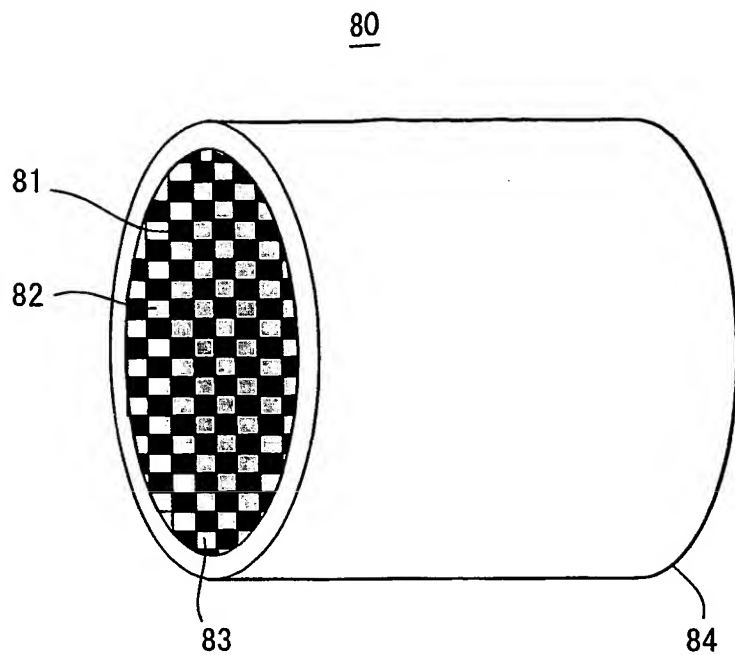
10/11

図 18



11/11

図 19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09607

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F01N3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F01N3/02, F01N3/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2003 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2003 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2003 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X Y | JP 6-146852 A (Sen'ichi MASUDA), 27 May, 1994 (27.05.94), Column 1, line 2 to column 2, line 24 (Family: none) | 1-3, 9, 10, 11 4-8 |
| X Y | JP 2002-213228 A (Denso Corp.), 31 July, 2002 (31.07.02), Par. Nos. [0014], [0022] to [0024] (Family: none) | 1-4, 9, 10, 11 5-8 |
| Y | US 5595581 A (NGK Insulators, Ltd.), 21 January, 1997 (21.01.97), Full text; all drawings & JP 7-332064 A | 5, 6 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
28 October, 2003 (28.10.03)

Date of mailing of the international search report
11 November, 2003 (11.11.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No. **BEST AVAILABLE COPY**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09607

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP 5-256124 A (Hitachi, Ltd.), 05 October, 1993 (05.10.93), Par. No. [0019] (Family: none) | 7 |
| Y | WO 00/43102 A (AEA TECHNOLOGY PLC.), 27 July, 2000 (27.07.00), Page 8, lines 3 to 20 & JP 2002-540331 A | 8 |
| | | |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ F01N 3/02

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ F01N 3/02, F01N 3/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|--------------------------|
| X Y | J P 6-146852 A (増田 閃一), 1994. 05. 27, 第1欄第2行-第2欄第24行 (ファミリーなし) | 1-3, 9, 10, 11 4-8 |
| X Y | J P 2002-213228 A (株式会社デンソー), 2002. 07. 31, 段落0014, 0022-0024 (ファミリーなし) | 1-4, 9, 10, 11 5-8 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
28. 10. 03

国際調査報告の発送日
11.11.03

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
亀田 貴志
電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き). 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| Y | US 5595581 A (NGK Insulators, Ltd.), 1997. 01. 21, 全文, 全図 & JP 7-332064 A | 5, 6 |
| Y | JP 5-256124 A (株式会社日立製作所), 1993. 10. 05, 段落0019 (ファミリーなし) | 7 |
| Y | WO 00/43102 A (AEA TECHNOLOGY PLC), 2000. 07. 27, 第8頁第3行-第20行 & JP 2002-540331 A | 8 |